

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

GABRIJELA RABUZIN

**ANALIZA UČINKOVITOSTI ARHITEKTONSKOG IDEJNOG
PROJEKTA NISKOENERGETSKE STAMBENE OBITELJSKE
ZGRADE**

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2019.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

GABRIJELA RABUZIN

ANALIZA UČINKOVITOSTI ARHITEKTONSKOG IDEJNOG
PROJEKTA NISKOENERGETSKE STAMBENE OBITELJSKE
ZGRADE

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE ARCHITECTURAL
IDEAL PROJECT OF LOW-ENERGY FAMILY BUILDING
RESIDENCE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Jasmina Ovčar, mag.ing.arh.i urb., v. pred.

ČAKOVEC, 2019.

ZAHVALA

Zahvaljujem svojoj mentorici Jasmini Ovčar, mag. ing. arh. i urb. na pruženom povjerenju, ukazanom trudu, usmjeravanju i stručnim savjetima tijekom izrade ovog završnog rada. Također zahvaljujem svim profesorima i predavačima na stečenim znanjima, ugodnom boravku za vrijeme studiranja i odličnoj suradnji. Zahvaljujem svojim kolegama i kolegicama koji su bili uz mene i uljepšali mi vrijeme provedeno na Veleučilištu.

I na samom kraju, veliku zahvalu dugujem svojoj obitelji i prijateljima koji su uvijek bili uz mene tijekom cijelog mog školovanja, hvala na strpljenju, poticanju i moralnoj podršci.

SAŽETAK

Na temelju izrađenog vlastitog projekta idejne pasivne kuće na kolegiju Održivost arhitekture, a u skladu sa zadanim projektnim zadatkom i temeljnim načelima projektiranja pasivne kuće, nastojala su se poštivati sva načela projektiranja stambenih zgrada i zadovoljavanje estetike, funkcije i konstrukcije zgrade. Glavni cilj ovog završnog rada je analiziranje učinkovitosti arhitektonskog projekta projektirane zgrade u odnosu na orijentaciju prema stranama svijeta, na ugodnost boravka u zgradi te energetske potrošnje i utjecaju na okoliš. Orijentacija zgrade vrlo je bitna prilikom projektiranja. Unutarnji prostor potrebno je projektirati prema vanjskim izvorima topline i prirodnoj svjetlosti. Pasivna kuća koja je predmet analize projektirana je tako da je ulaz na sjevernoj strani kuće što u konačnici predstavlja i najpovoljniji pristup zato što južna i jugoistočna strana predstavljaju intimni dvorišni dio. Ako se prilikom projektiranja kuću podijeli na topliji i hladniji dio, ostvaruje se sveukupno manje toplinskih gubitaka, a u toplijem dijelu se dobivaju dobitci od sunčevih zraka.

Zgrade su veliki potrošači energije tijekom cijelog uporabnog razdoblja i veliki zagađivači okoliša pa se s pravom postavljaju pitanja o našim potrošačkim energetske navikama i kako ih poboljšati. Stoga čovjek počinje razmišljati kako doseći razinu „održivosti“, „održive gradnje“ i zaštite okoliša.

Pojavljuje se nova generacija niskoenergetskih kuća koje predstavljaju temelj održive gradnje od projektnog rješenja, vrste korištenih materijala, rješavanja detalja pa sve do energetske učinkovitosti zgrade. Pasivna kuća tako postavlja nove važne zahtjeve koji uključuju racionalnu ekonomičnost, ugodnost boravka u prostoru, smanjenje zagađenja prirode i pravilno racionalno iskorištavanje prirodnih resursa koji su nam dostupni.

Početak svakog kvalitetnog rješenja je u dobrom arhitektonskom idejnom rješenju. Za takvo rješenje potrebna je stručnost, ali i osjećaj za prirodne zakonitosti, kao i etičnost prema prirodi koja nam daje, a mi smo navikli od nje samo uzimati. Zajednički održivi pristup arhitekata i investitora prilikom izrade idejnih rješenja može stvoriti kvalitetne pretpostavke za dobar rezultat.

Ključne riječi: *čovjek, energija, idejni projekt, održiva gradnja, orijentacija, pasivna kuća*

SADRŽAJ

SAŽETAK

1.	UVOD	5
2.	TEMELJNA NAČELA PROJEKTIRANJA PASIVNE KUĆE	9
2.1.	Orijentacija zgrade	9
2.2.	Faktor oblika zgrade	11
2.3.	Toplinsko zoniranje	11
2.4.	Vrata i prozori	12
2.5.	Ventilacija i grijanje	12
3.	ORIJENTACIJA ZGRADE KAO GLAVNI ČIMBENIK KVALITETNOG PROJEKTNOG RJEŠENJA	14
4.	IDEJNI PROJEKT NISKOENERGETSKE STAMBENE ZGRADE	18
4.1.	Projektni zadatak	18
4.2.	Idejni projekt	20
4.3.	Tehnički opis	29
5.	ANALIZA PREDLOŽENOG IDEJNOG RJEŠENJA	32
5.1.	Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na orijentaciju	32
5.2.	Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na ugodnost boravka u zgradi	35
5.3.	Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na energetske potrošnje i utjecaj na okoliš	38
6.	ZAKLJUČAK	39
7.	LITERATURA	40
	POPIS SLIKA	41
	POPIS TABLICA	41

1. UVOD

S naglim globalnim porastom ljudske populacije i tehnološkim razvojem pritisci na okoliš i njegova sve oskudnija prirodna bogatstva nikada nisu bili veći. Zato se danas u svijetu velika pažnja poklanja unaprjeđenju i zaštiti okoliša budući da degradacija okoliša postaje kočnica daljnjeg razvoja [1].

Čovjek je uvijek težio promjenama. U ljudskoj je prirodi težnja za napretkom, za pronalaženjem novog, za primjenom svega što nas okružuje. Svijet nas svakodnevno obasipa novostima i tehničkim dostignućima na svim područjima [2].

Danas se puno govori o održivom razvoju¹ i održivosti², kao pojmovima koji ubrzano postaju sintagme utkane u sve aspekte ljudskog življenja. Međutim, zbog pretjerane i neprimjerene uporabe polako gube svoje značenje. Tri temeljne značajke graditeljstva³ kao djelatnosti jesu: graditeljstvo najviše doprinosi stvaranju umjetnog ili izgrađenog okoliša, troši znatne količine prirodnih bogatstava (sirovina), uključivo i energiju pretežno iz neobnovljivih izvora i odvija se neposredno u prirodnom okolišu [1].

Pri odabiru materijala za gradnju ne vodi se dovoljno računa o utjecaju tih materijala na okoliš i same korisnike. Shvaćajući mjesto za život isključivo kao nekretninu, a ne kao dom, primarni cilj gradnje postaje sa što manje uložених sredstava postići što veću cijenu na tržištu nekretnina. Pritom je manje važna sama potreba za ugodnim životnim prostorom [3].

Održiva gradnja koristi se prirodnim resursima, ne troši ih i ne uništava, nego ostavlja u nasljeđe nadolazećim generacijama. To je gradnja koja nam osigurava zdraviji i ugodniji prostor za život [2].

Na slici 1. prikazano je kako održiva gradnja podrazumijeva istovremenu uravnoteženost svih triju osnovnih dimenzija održivosti: okolišne – minimizirati utjecaje na okoliš, ekonomske – minimizirati ukupne troškove, društvene – maksimalno udovoljiti zahtjevima i očekivanjima pojedinca (korisnika, investitora) i društva u cjelini tijekom čitavog životnog ciklusa građevine [1].

¹ Održivi razvoj - razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih, a ne ugrožava sposobnost budućih generacija da zadovoljavaju svoje potrebe.

² Održivost - sposobnost trajnog ostvarenja ravnoteže procesa ili stanja u nekom sustavu [4].

³ Graditeljstvo - gospodarska djelatnost planiranja, projektiranja, gradnje i održavanja građevina te proizvodnje građevinskih proizvoda [4].



Slika 1. Uravnoteženost triju dimenzija održivosti

Izvor: Izrada autora

Sve više cijene energenata kao i globalne klimatske promjene glavni su razlozi za promišljanje o našim energetske potrošačkim navikama. S obzirom na to da upravo zgrade troše oko 40% od ukupne potrošnje energije i odgovorne su za 36% emisija ugljičnog dioksida, energetske učinkovite stambene zgrade i kuće postaju sve zanimljivije, a njihovi koncepti sve raznolikiji [5].

Niskoenergetske kuće temelj su primjene održive gradnje tijekom cijelog svog životnog vijeka počevši od građevinskog materijala čija proizvodnja ne opterećuje okoliš preko njihove energetske učinkovitosti i racionalnog trošenja energenata pa sve do racionalnog gospodarenja otpadom [3].

Stoga je razvijeno 6 različitih modela energetske učinkovitih zgrada:

- Niskoenergetska kuća – godišnja potreba topline za grijanje je 40-60 kWh/(m²a), najmanje 15 kWh/(m²a), dobro izoliran i zrakonepropustan plašt zgrade
- Trolitarska kuća – godišnja potreba topline za grijanje od otprilike 30 kWh/(m²a), konstrukcija mora biti bez toplinskih mostova
- Pasivna kuća – godišnja potreba za grijanje može biti najviše 15 kWh/(m²a), konstrukcija mora biti bez toplinskih mostova, zajednička potrošnja primarne energije najviše je 120 kWh/(m²a)

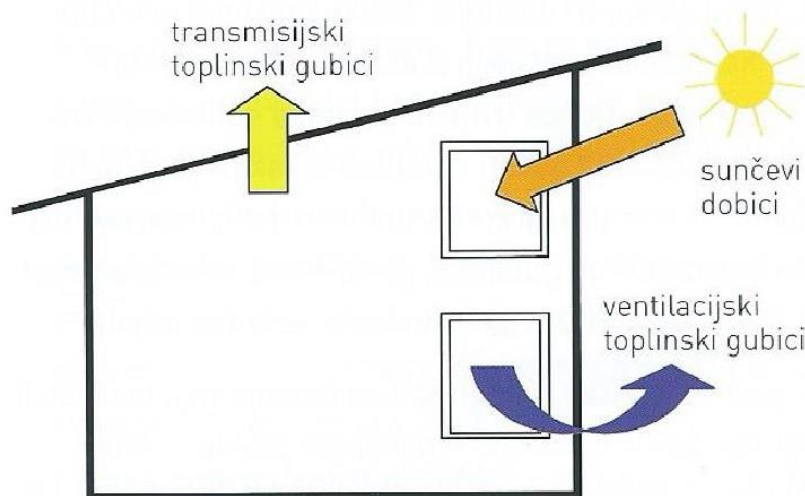
- Nulta-energetska – godišnju potrebnu energiju dobiva iz Sunčeve energije, ljeti višak električne energije daje u javnu mrežu, dok zimi rabi energiju iz javne mreže
- Energetski samodostatna kuća – svu potrebnu energiju dobiva iz Sunčeve energije, nije priključena na javnu mrežu, ljeti višak energije sprema za zimsko razdoblje
- Plus-energetska kuća – odgovara energetski samodostatnoj kući, višak energije daje u javnu električnu mrežu [6].

Između pojedinih koncepata nisu razlike samo u potrošnji energije već i u sustavu rada zgrade. Svaki doprinos smanjenju potrošnje energije znači korak naprijed. Pri trenutnom stanju tehnologije, s obzirom na cijenu najpovoljnija je pasivna kuća. Korak naprijed prema nultim-energetskim, energetski neovisnim i plus-energetskim zgradama zahtijeva puno veće ulaganje sredstava, što još nije racionalno. Vrlo važan i osnovni zahtjev kod pasivne kuće je toplinska bilanca⁴. U pravilu to znači da su toplinski dobitci izjednačeni s toplinskim gubitcima. Zgrada gubi toplinu na dva načina: transmisijom (prolazak topline kroz plašt zgrade) i prozračivanjem (ventilacijom) [6].

Dobitci Sunčevog zračenja dovode se u zgradu kroz prozirne dijelove građevine, odnosno kroz sva ostakljenja i sve prozirne dijelove na zgradi. Količina Sunčevog zračenja ovisi o orijentaciji ostakljenih površina. Također, dobitci od unutarnjih izvora posljedica su oslobađanja topline pri radu raznih električnih uređaja (kućanski aparati, žarulje, strojevi) i topline ljudskoga tijela [6]. Na slici 2. prikazana su strujanja topline, odnosno gubitci i dobitci kroz plašt zgrade.

Energetska učinkovitost projektirane i izgrađene zgrade, troškovi korištenja i boravka u kući te njenog održavanja kao i ugodnost boravka u unutarnjem prostoru rezultat su kvalitetnog arhitektonskog projektnog rješenja, korištenja kvalitetnih i održivih materijala, ali i kvalitetnog instalacijskog sustava koji osigurava prirodno i umjetno provjetranje. Tako kompleksan pristup stvaranju zgrade rezultira kvalitetnim odnosom toplinskih dobitaka i gubitaka čime se u konačnici ostvaruje kategorija niskoenergetske zgrade.

⁴ Toplinska bilanca – odnos toplinskih gubitaka (transmisijski i gubitci od ventilacije) i dobitaka u zgradi (sunčeva zračenja, dobitci unutarnjih izvora) u dužem vremenskom razdoblju.

**Slika 2.** Toplinska bilanca zgrade

Izvor: Zbašnik-Senegačnik Martina (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH.

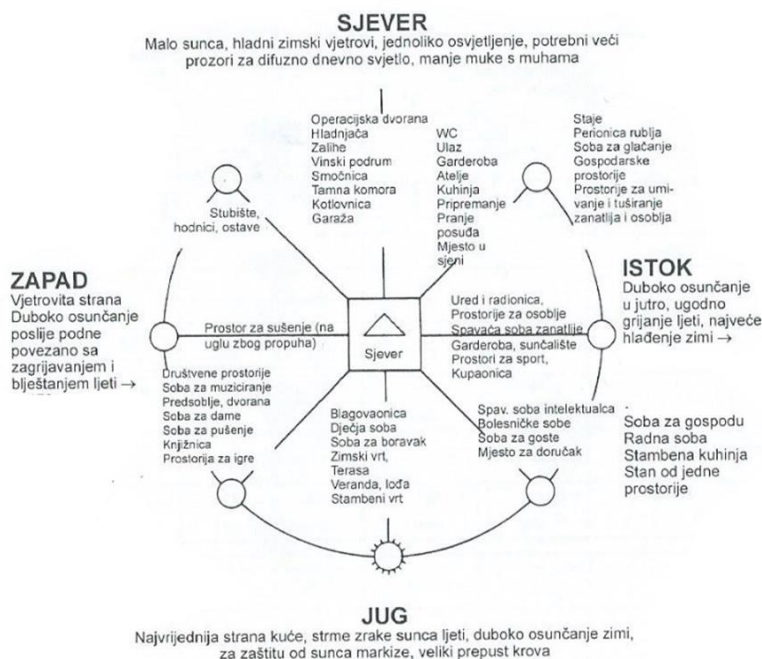
Pasivna kuća se danas može definirati kao građevina bez aktivnog sustava za zagrijavanje konvencionalnim izvorima energije. Osnovna ideja pasivne kuće je da se oblikovanjem, orijentacijom i visokom razinom toplinske izolacije vanjske opne kuće uz kvalitetnu ventilaciju prostora stvori optimalna kuća koja ne treba konvencionalne izvore grijanja. Pravilo za uspješno projektiranje i optimiziranje je da se minimiziraju toplinski gubici iz kuće, maksimiziraju dobici u kuću i dovesti dovoljnu količinu svježeg zraka sustavom prisilne ventilacije uz rekuperaciju dijela energije iz iskorištenog zraka. Uspješan dizajn pasivne kuće podrazumijeva promatranje kuće kao jedinstvene cjeline različitih komponenti koje zajedno tvore optimalnu cjelinu u svako godišnje doba. Opskrba svježim zrakom, grijanje, hlađenje, svjetlo i, naravno, vanjski omotač zgrade, moraju formirati ugodan i funkcionalan prostor za stambeni život. Pasivna kuća pažljivo je izbalansirana arhitektonski, građevinski, termodinamički, ali i ekonomski. Orijentacijom i oblikom kući se mora omogućiti maksimalno osunčanje, izbjeći svako nepoželjno zasjenjenje, smanjiti negativne utjecaje udara vjetra i ostalih vremenskih (ne)prilika. Energetske potrebe za zagrijavanje prostora i potrošnje tople vode te potrebe za električnom energijom mogu se pokriti Sunčevom energijom, odnosno aktivnim toplinskim i fotonaponskim sustavima u kombinaciji s obnovljivim izvorima energije [7].

2. TEMELJNA NAČELA PROJEKTIRANJA PASIVNE KUĆE

Za postizanje energetskog standarda pasivne kuće vrlo je važan cijeli okolni plašt zgrade. Svaka pojedina komponenta ima svoju zasebnu ulogu, a uzimanjem u obzir svih komponenti dobiva se zadovoljavajući rezultat. Vrlo važno i bitno značenje ima toplinski plašt zgrade, oblik zgrade te kvaliteta izvedbe.

2.1. Orijentacija zgrade

Orijentacija stambene zgrade (u ovom radu odnosi se na pasivne kuće) najvažnije je načelo pri projektiranju jer ostvaruje potencijal za energetske dobitke od Sunčevog zračenja. Količina Sunčevih dobitaka ovisi o godišnjem dobu i kretanju Sunca te orijentaciji pročelja. Istočno pročelje najintenzivnije je obasjano ujutro dok je zapadno poslijepodne. Južno pročelje ljeti je obasjano manje od istočnog i zapadnog. Zimi je suprotno – obasjavanje na južnom pročelju intenzivnije je nego na istočnom i zapadnom. Kvalitetna i preporučena orijentacija prostorija prikazana je slikom 3. [6].



Slika 3. Orijentacija prostorija s obzirom na strane svijeta

Izvor: Neufert Ernst (2002). Elementi arhitektonskog projektiranja. Zagreb, Golden marketing

Pasivnu kuću najbolje je postaviti na južno orijentirano zemljište zato što zimi ona iskorištava maksimalno Sunčevu energiju i time do 40% doprinosi grijanju zgrade. Otklon zgrade za 10° od južne orijentacije smanjuje zaprimanje topline potrebne za grijanje za $0,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Zbog toga se preporučuje otklon zgrade od juga za najviše $\pm 20^\circ$. Na južnom pročelju zbog Sunčevih dobitaka preporuča se što veća ostakljena površina [6].

Kroz sva ostakljenja u kuću prodiru sunčeve zrake. Sunčeve zrake koje kroz prozore dolaze u kuću pomažu ugodnosti prostora ne samo zbog sunčeve svjetlosti nego i zbog topline koju nam sunce pruža. Kod samog projektiranja kuće treba paziti da ne bi došlo do pretjeranog zasjenjenja kuće visokim drvećem ili susjednim kućama tako da se ne bi smanjila učinkovitost Sunčevog zračenja. Razmaci između kuća moraju biti dimenzionirani s obzirom na nizak upadni kut zimskog Sunčevog zračenja što je prikazano slikom 4. [6].

Preporuča se sadnja listopadnog drveća tipa breze, topole, vrbe, drijena, trešnje u blizini južnog, istočnog i zapadnog pročelja jer njihovi listovi ljeti štite kuću od sunca i sunčevog pregrijavanja dok zimi kada listovi otpadnu, kuća je obasjana suncem. Problem može nastati tijekom rujna i listopada kada lišće ne otpadne u potpunosti, a postoji potreba za Sunčevim dobitcima. Također preporuča se da na južnoj strani gdje se očekuju veliki toplinski dobitci Sunčevog zračenja staklene površine budu što veće, ali ih je potrebno zaštititi određenom zaštitom od sunca: roletama, markizama ili žaluzinama, dok se na sjevernoj strani koja nije obasjana suncem preporuča da staklene površine budu što manje ili da ih uopće nema [6].



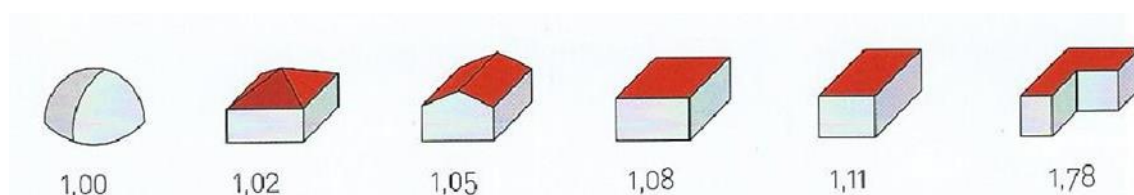
Slika 4. Razmak između građevina s upadnim kutom sunca

Izvor: Zbašnik-Senegačnik Martina (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH.

2.2. Faktor oblika zgrade

Pasiva kuća mora biti što jednostavnijeg tlocrtnog oblika, bez većih razvedenih dijelova jer svaki dio koji izlazi prema van povećava potrošnju energije. Kako bi se transmisijski gubici⁵ sveli na minimum, važno je da građevina ima što manje površina. Odnos između površine i volumena izražava se faktorom oblika. Najugodniji faktor oblika je kada je građevina kompaktna i jednostavna, posebno je dobar faktor pri kvadratnim, okruglim, osmerokutnim i eliptičnim oblicima [6].

Slika 5. prikazuje jednostavnije geometrijske oblike zgrada te njihove faktore oblika.



Slika 5. Faktor oblika geometrijskih tijela zgrade

Izvor: Zbašnik-Senegačnik Martina (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH.

2.3. Toplinsko zoniranje

Transmisijski toplinski gubici kroz zid veći su što je veća temperaturna razlika između unutarnje i vanjske površine. Za smanjivanje transmisijskih toplinskih gubitaka u zgradi na sjevernoj strani gdje je temperatura na vanjskoj strani najniža potrebno je predvidjeti prostore s nižom temperaturom (npr. stubišta, smočnicu i druge pomoćne prostorije). Na južnom pročelju preporučljivo je smjestiti dnevne prostorije kao što su dnevni boravak, blagovaonica i terasa koji zahtijevaju više temperature i dogrijavaju se Sunčevom energijom. Samim toplinskim zoniranjem preporuča se da se negrijane prostorije, točnije stubište, podrum i hodnici odvajaju od grijanih prostora te tako smanjuju volumen grijanih prostora zgrade [6].

Što je čovjek aktivniji, potrebne su niže temperature zraka u prostoru jer kretanjem čovjek stvara više topline (unutarnji izvori topline). Kod pasivnih kuća preporučene temperature u prostoru niže su nego u običnim kućama (18-20°C) [6].

⁵ Transmisijski gubici - događaju se uslijed izmjene topline kroz građevne elemente prema okolnom prostoru niže temperature

2.4. Vrata i prozori

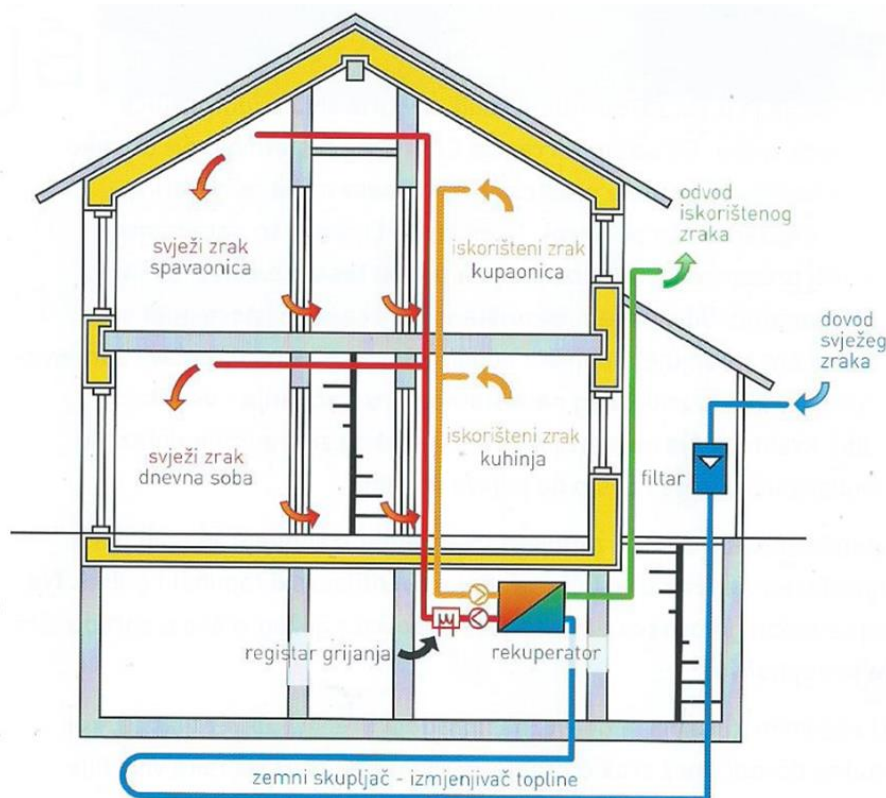
Vrata i prozori dio su okolnoga odnosno vanjskog plašta zgrade te je za njihovu funkcionalnost potrebno pravilno odabrati materijale izrade i načine ostakljenja ovisno o stranama svijeta prostorijski. Prozori moraju imati dobre toplinsko-izolacijske karakteristike tako da se unutarnja površinska temperatura prozora približi temperaturi zraka u prostoru radi toplinske ugodnosti i sprečavanja kondenzacije zračne vlage. Ostakljenje se sastoji od triju stakala, a međuprostor je punjen plemenitim plinom (argonom, kriptonom ili ksenonom). Na staklo je nanesen nevidljiv tanak sloj srebrnih oksida (niskoemisijski nanos) zbog što manjeg dugovalnog toplinskog zračenja. U pasivnoj kući su za godišnju toplinsku bilancu vrlo važni toplinski dobitci Sunčevog zračenja. Najveći dobitak dolazi kroz stakla, najviše ako su ona u većim površinama smještena na južnom pročelju [6].

Okviri predstavljaju 30 do 35% površine prozora te samim tim imaju važnu ulogu kod ostakljenja. Odgovarajući su okviri materijala s niskom toplinskom provodljivosti. Na okvire od drva, aluminijski i PVC-a na različite načine ugrađena je toplinska izolacija [6].

Ulazna vrata često predstavljaju slabu točku u toplinskom plaštu zgrade zbog čega ih treba vrlo brižno izabrati. Vrata za pasivne kuće razlikuju se uobičajenih vrata. Vrlo je bitna zrakonepropusnost, vrata moraju imati brtvila, a uz to i vratna krila imaju dolje i gore dodatne zatvarače koji stisnu krilo na brtvilo. Ulazna vrata moraju imati dobru toplinsku izolaciju, prolaz topline kroz ugrađena vrata ne smije prelaziti $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Slično kao i kod prozora važna je ugradnja vrata bez toplinskih mostova koji često dolaze kod pragova, zato se u pasivnim kućama zahtijeva prag u visini od 15 mm [6].

2.5. Ventilacija i grijanje

Ventilacija u zgradi potrebna je zbog osiguranja odgovarajućeg dovoda kvalitetnog svježeg zraka. U prostoru svakog sata treba osigurati $25\text{-}35\text{m}^3$ svježeg zraka po osobi. U pasivnim kućama obavezan je uređaj za ventilaciju koji stalno dovodi svježi zrak u prostore. Sam uređaj za ventilaciju najčešće radi samo preko zime, odnosno od studenoga do veljače ili ožujka dok preostalo vrijeme može biti isključen, a kuća se u to vrijeme prozračuje kroz prozore. Kako bi se postigli što manji toplinski gubici, obavezan je sustav kontrolirane ventilacije vraćanjem topline zraka, tj. rekuperacije. To bi značilo da topao otpadni zrak daje toplinu hladnom ulaznom svježem zraku [6].



Slika 6. Shema rada ventilacije

Izvor: Zbašnik-Senegačnik Martina (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH.

Na slici 6. prikazano je kako uređaj za ventilaciju dovodi svježi zrak u prostore i odvaja iskorišteni zrak. Svježi zrak dovodi se u stambene prostorije i spavaonice, a odvodi iz kuhinja, kupaoonica, zahoda i smočnica [6].

Dolazni vanjski zrak zagrijava se u izmjenjivaču topline zajedno s toplinom odlaznog ustajalog zraka, ali se ipak svježe dobavljeni i topli ustajali zrak ne miješaju. Tijekom ljeta taj sustav pomaže hlađenju zgrade, odnosno odlazni hladni ustajali zrak rashlađuje svježi dolazni vanjski topli zrak. Time otvaranje prozora postaje potpuno nepotrebno iako se ne zabranjuje [1].

Mnoga mjerenja pokazala su da je grijanje u pasivnim kućama najčešće potrebno samo kod vanjskih temperatura između 0°C i 5°C. U pasivnoj kući se umjesto klasičnih sustava grijanja primjenjuje tzv. toplozračno grijanje. Za grijanje pasivnih kuća preporuča se upotreba toplinskih crpki dok se za grijanje sanitarne vode preporuča kombinacija toplinske crpke i pretvornika Sunčeve energije (PSE) s kojim se pokriva 40-60% potrebne energije za zagrijavanje sanitarne vode [6].

3. ORIJENTACIJA ZGRADE KAO GLAVNI ČIMBENIK KVALITETNOG PROJEKTOG RJEŠENJA

Određivanje položaja zgrada na situacijskom planu, mogućnost „otvaranja“ zgrade na povoljne strane svijeta te međusobni odnosi unutarnjih prostorija stvaraju preduvjete za približno jednoliko osunčanje tijekom dana. Zadatak svakog arhitektonskog rješenja je da se organizacijom tlocrta postigne poželjno osunčanje pojedinih skupina prostorija [8].

U svakom životnom prostoru, bio to stan ili kuća, dolazi do međusobnog ispreplitanja pojedinih osnovnih funkcija. Stoga se prostorije mogu podijeliti u tlocrtne grupe u kojima je pojedina funkcija dominantnija. Pravilnim grupiranjem prostorija postiže se racionalno i kvalitetno rješenje tlocrta, a time i udobnost stanovanja. Prostorije su grupirane tako da čine osnovne tlocrtne grupe koje dobivaju naziv po svojoj dominantnoj funkciji koja se odvija u grupi. Primjena tlocrtnih grupa nije svugdje ista te ovisi o veličini i vrsti stambenog prostora, zahtjevima stanara, financijskim i društvenim odnosima. Iz tablice 1. vidljive su tlocrtne funkcionalne grupe i njihove pripadajuće prostorije.

Tablica 1. Tlocrtne funkcionalne grupe

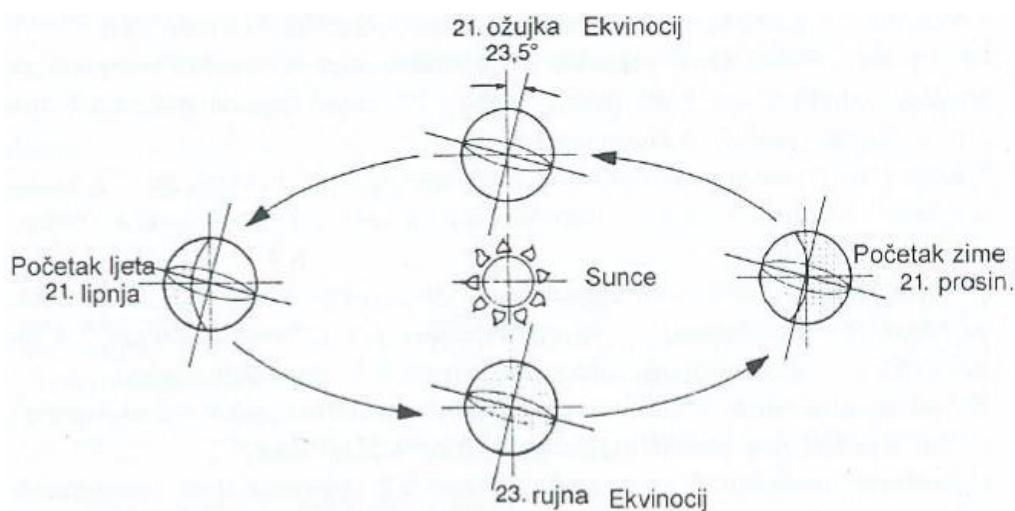
Naziv tlocrtne funkcionalne grupe:	Prostorije:
GRUPA PROSTORIJA ZA KRETANJE	trijemovi, vjetrobriani, ulazi, predsoblja, hodnici, degažmani, stubišta
GRUPA PROSTORIJA ZA SPAVANJE	spavaonice, garderoba, kupaonica, WC
GRUPA ZA DNEVNI BORAVAK	dnevni boravak, blagovaonica, radna soba, biblioteka, zimski vrt, terase, balkoni
GRUPA ZA GOSPODARSTVO	kuhinja, izba, praonice, drvarnice

Izvor: Izrada autora

Jako je važno da funkcija prostorije određuje veličinu i oblik prostora, a ne suprotno. Sve stambene prostorije u kojima se boravi tijekom cijeloga dana i spavaće sobe, ako je to moguće, treba okrenuti prema vrtnoj i osunčanoj strani, a gospodarske prostorije prema uličnoj strani. Prostorije moraju biti osunčane u vrijeme kada se najviše koriste.

Da je sunce izvor života nepobitna je činjenica te bi tako u samom procesu projektiranja arhitekt, kako bi dao puno značenje suncu, morao poznavati osnovna fizikalna svojstva djelovanja Sunca prema Zemlji, te razumjeti njihovo biološko djelovanje. Jakost sunčevih zraka ovisi o nizu raznih faktora, mijenja se tijekom godine i različita je na različitim položajima. Veća je na višim nadmorskim visinama dok je u gradovima manja i do 30% zbog onečišćenja zraka [9].

Izvori svjetlosnog zračenja koji daju dnevno svjetlo nisu konstantni. Nagib Zemljine osi od $23,5^\circ$, dnevna rotacija Zemlje oko vlastite osi i godišnji obilazak Zemlje oko Sunca daju za svako mjesto na Zemlji položaj Sunca koji ovisi o godišnjem dobu i dobu dana, što je prikazano na slici 7. [8].



Slika 7. Položaj Zemlje prema Suncu prema godišnjem dobu

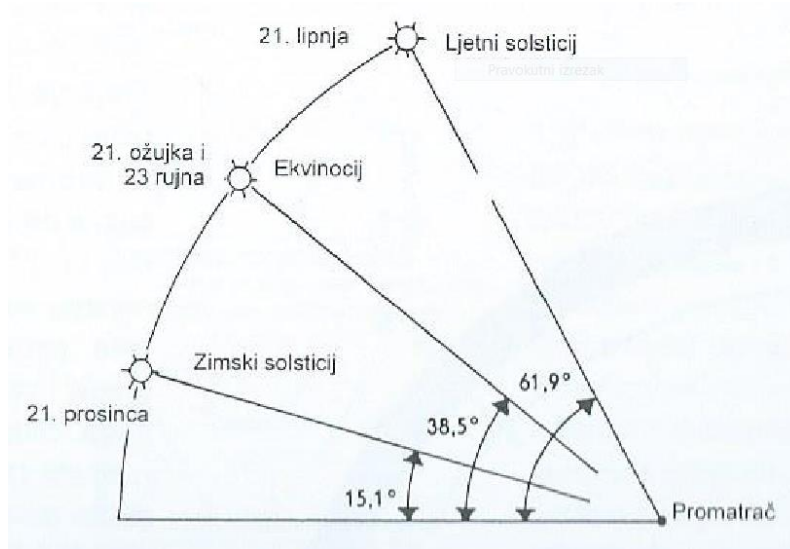
Izvor: Neufert Ernst (2002). Elementi arhitektonskog projektiranja. Zagreb, Golden marketing

Promjena Zemljina položaja prema Suncu najvažnija je komponenta koja uvjetuje različitost godišnjih doba. Bitna je promjena kuta pod kojim Sunčeve zrake upadaju na površinu Zemlje. Na samom putu Zemlje oko Sunca nastaju četiri osnovna odsječka godine, točnije godišnja doba koja dolaze u četiri položaja prema Suncu:

- Proljetni ekvinocij – 21.ožujka, proljetna ravnodnevica, sve točke preko dana primaju zenitalno Sunce, dan i noć su jednako dugi, Sunce je u horizontu
- Ljetni solsticij – 21. lipnja, najdulji dan, Zemljin Sjeverni pol nagnut je prema Suncu, Sunčeve zrake padaju okomito na Zemlju, Sunce stoji u zenitu

- Jesenski ekvinocij – 23. rujna, jesenska ravnodnevica, sve točke preko dana primaju zenitalno Sunce, dan i noć su jednako dugi, Sunce je u horizontu
- Zimski solsticij – 21. prosinca, najkraći dan, Sjeverni pol otklonjen je od Sunca, nad južnom obratnicom Sunce u podne stoji u zenitu [8] [9].

Položaj Sunca određen je za svaki sat azimutom – kutom koji zatvara projekcije Sunčeve zrake sa smjerom juga i visinom Sunca iznad horizonta, odnosno kutom Sunčeve zrake i njezine projekcije na površinu Zemlje. Iz slike 8. vidljive su visine i položaj Sunca karakterističnih dana u godini. Sunčevo djelovanje možemo uzimati u obzir pri upadnom kutu od 15° , dok je najugodnije pri rasponu od 15° do 45° [8] [9].



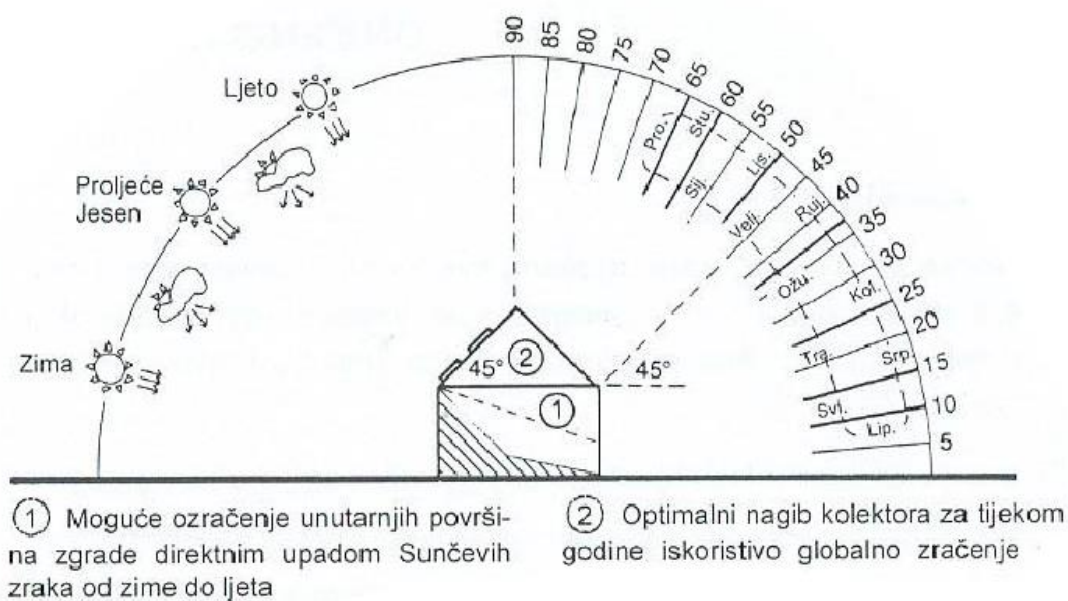
Slika 8. Položaj i visina Sunca

Izvor: Neufert Ernst (2002). Elementi arhitektonskog projektiranja. Zagreb, Golden marketing

Za efekt insolacije u zatvorenom prostoru bitan je kut upada Sunčevih zraka na pročelje. Najjači i najbolji kut upada Sunčevih zraka je pri 90° u odnosu na plohu kroz koju ulazi. Pri projektiranju treba ispravnim pozicioniranjem prostoriya pokušati glavnim prostorijama osigurati maksimalnu insolaciju. S obzirom na karakter osunčanja Sunčevih zraka na različitim stranama pročelja (sjeverno, južno, istočno i zapadno) upotrebljavaju se i zaštitna sredstva od prekomjernog i neugodnog prodora Sunčevih zraka [9].

Sunce ne djeluje samo na zgradu, već i na njezin okoliš na kojem dolazi do efekta refleksije koji ima posljedicu različitosti osunčanja, posebno na istočnom i zapadnom pročelju. Na istočno pročelje, odnosno njezinu fasadu sunce pada i zagrijava je uz rashlađeno tlo okoliša nakon noći, dok zapadno pročelje prima toplinu i od već zagrijane okoline zgrade. Na južnom pročelju zbog samog kuta upada Sunčevih zraka lakše je postići zaštitu od pregrijavanja [9].

Sunčevo zračenje koje je djelotvorno na neku površinu zgrade jest globalno zračenje. Na slici 9. prikazano je kako se globalno zračenje može iskoristiti za zadovoljavanje energetske potreba zgrade kao izvor topline neposredno „pasivnim korištenjem“ pomoću građevinskih zahvata (ostakljene površine za korištenje „efekta staklenika“) ili posredno „aktivnim korištenjem“ (pomoću kolektora, solarnih ćelija) [9].



Slika 9. Globalno zračenje na jugu

Izvor: Neufert Ernst (2002). Elementi arhitektonskog projektiranja. Zagreb, Golden marketing

Upravo poznavanje zakonitosti kretanja Zemlje oko Sunca, iz čega proizlaze različiti uvjeti osunčanja Zemlje u različitim dijelovima i u različito doba godine, daju mogućnost projektantu da uvažavajući prirodne okolnosti iskoristi zbiljavanja u prirodi sebi u korist, a da time ne nanese štetu prirodi.

4. IDEJNI PROJEKT NISKOENERGETSKE STAMBENE ZGRADE

Idejni projekt obiteljske kuće (zamišljene kao niskoenergetska stambena zgrada) izrađen je na temelju prethodnog promišljanja i izrade idejnih skica, usklađenih sa željama i potrebama investitora, odnosno korisnicima obiteljske kuće. Pri izradi idejnog rješenja te kasnije u razradi idejnog projekta rukovodilo se temeljnim načelima projektiranja niskoenergetskih kuća što se odnosi na lokaciju, smještaj na parceli, orijentaciju zgrade s obzirom na strane svijeta, toplinsko zoniranje, korištenje ekoloških i održivih materijala, kvalitetan toplinski plašt zgrade koji osigurava zadovoljavajuće parametre toplinske izolacije, paronepropusnost te zrakopropusnost te suvremeni instalacijski sustav zagrijavanja i provjetravanja zgrade.

Idejnim projektom potrebno je zadovoljiti osnovna funkcionalna, konstrukcijska, tehnička i estetska rješenja građevine. Ovaj završni rad bavi se analizom učinkovitosti arhitektonskog idejnog projekta niskoenergetske stambene obiteljske zgrade, a korišten je idejni projekt pasivne obiteljske kuće izrađen na kolegiju Održivost arhitekture.

4.1. Projektni zadatak

Projektnim zadatkom zadano je da stambena zgrada - obiteljska kuća bude približno 150 m² neto korisne površine i da bude izgrađena po standardima pasivne kuće. Kuća i njezin stambeni prostor zamišljeni su djelomično razvedenog tlocrtnog oblika unutar maksimalnih gabarita 18,00 m x 11,00 m, namijenjen je za četveročlanu obitelj.

Predviđeno je razvijanje tlocrtnog rješenja unutar dvije etaže, kako bi se ostvario kvalitetan odnos između funkcionalnih grupa: u prizemlju društvene i gospodarske prostorije, a na prostoru kata intimne zone članova obitelji.

Iako faktor oblika zgrade niskoenergetske kategorije zahtijeva što jednostavniji oblik, želja za neuobičajenim oblikom zgrade koji nikako neće naštetiti njegovoj funkciji, konstrukciji i energetskej učinkovitosti, rezultirala je odlukom da se oblik zgrade malo „zaigra“.

Prilikom projektiranja prostorija s obzirom na funkciju, uporabne i komunikacijske prostore i opremu nastoje se uzeti standardne i preporučljive dimenzije prostorija radi postizanja održivosti i energetske učinkovitosti.

Tablicom 2. prikazane su neto korisne površine stambene obiteljske kuće koje su usklađene s minimalnim preporukama.

Tablica 2. Neto površine prostorija (m²)

Prostorije	Neto površina (m²)
1. ulazni prostor	4,49
2. wc	1,51
3. gospodarstvo	5,71
4. spremište	1,65
5. garaža	15,60
6. spremište	2,27
7. izba	1,94
8. kuhinja	11,83
9. blagovaonica	17,03
10. dnevni boravak	23,76
11. stubište	4,99
12. terasa (otvoreni prostor)	7,12
NETO POVRŠINA PRIZEMLJA	97,90
13. hodnik + dnevni boravak	20,07
14. roditeljska spavaonica	17,53
15. garderoba	4,45
16. kupaonica	5,32
17. degažman	2,54
18. kupaonica	5,93
19. dječja soba	14,81
20. dječja soba	14,79
21. terasa (otvoreni prostor)	4,42
NETO POVRŠINA KATA	89,86
UKUPNA NETO POVRŠINA	187,76
UKUPNA BRUTO POVRŠINA	230,61

Izvor: Izrada autora

Od ukupnih 187,86 m² neto površina, 11,54 m² pripada vanjskom dijelu, odnosno terasama (već pomnoženih s faktorom za nenatkrivene terase 0,25), dok preostalih 176,22 m² pripada ukupnim neto korisnim zatvorenim stambenim površinama. Uobičajno je da standard stanovanja u obiteljskim kućama, za razliku od stanovanja u stanovima, podrazumijeva i veće prostorije od minimalnih ili čak preporučenih. U tome i jest kvaliteta stanovanja u individualnim zgradama. Međutim, kada se projektira prema načelima održivosti, uvažavajući sve ostale parametre koji doprinose energetske bilanci zgrade, mogu se nadoknaditi potencijalni veći troškovi održavanja. Upravo u tome i jest kvaliteta dobrog projektnog rješenja.

4.2. Idejni projekt

Arhitektonski idejni projekt od velikog je značenja za budući standard stanovanja. Upravo faza projektiranja može biti zaslužna ili kriva za mnoge kasnije prednosti i nedostatke zgrade. Stoga je važno temeljito razmotriti potrebe i želje investitora, uskladiti ih s mogućnostima koje proizlaze iz različitih uvjeta (prostornih, financijskih, ekoloških, urbanističkih i dr.) te ih nastojati sročiti u crtežu tako da zadovoljavaju i struku i investitora. Novi element suvremene održive gradnje jest da svaka kuća mora zadovoljavati još jedan nezaobilazni aspekt – energetska učinkovitost.

Predodanim projektom nastojalo se odgovoriti na sve izazove koje postavlja projektni zadatak, a da pri tom budu zadovoljeni funkcionalni, konstrukcijski, estetski i energetski parametri, ali da se postigne i ugodnost boravka u kući, zdrava mikroklima unutarnjeg prostora, dobra vizualna povezanost između unutarnjih prostora i okoliša zgrade.

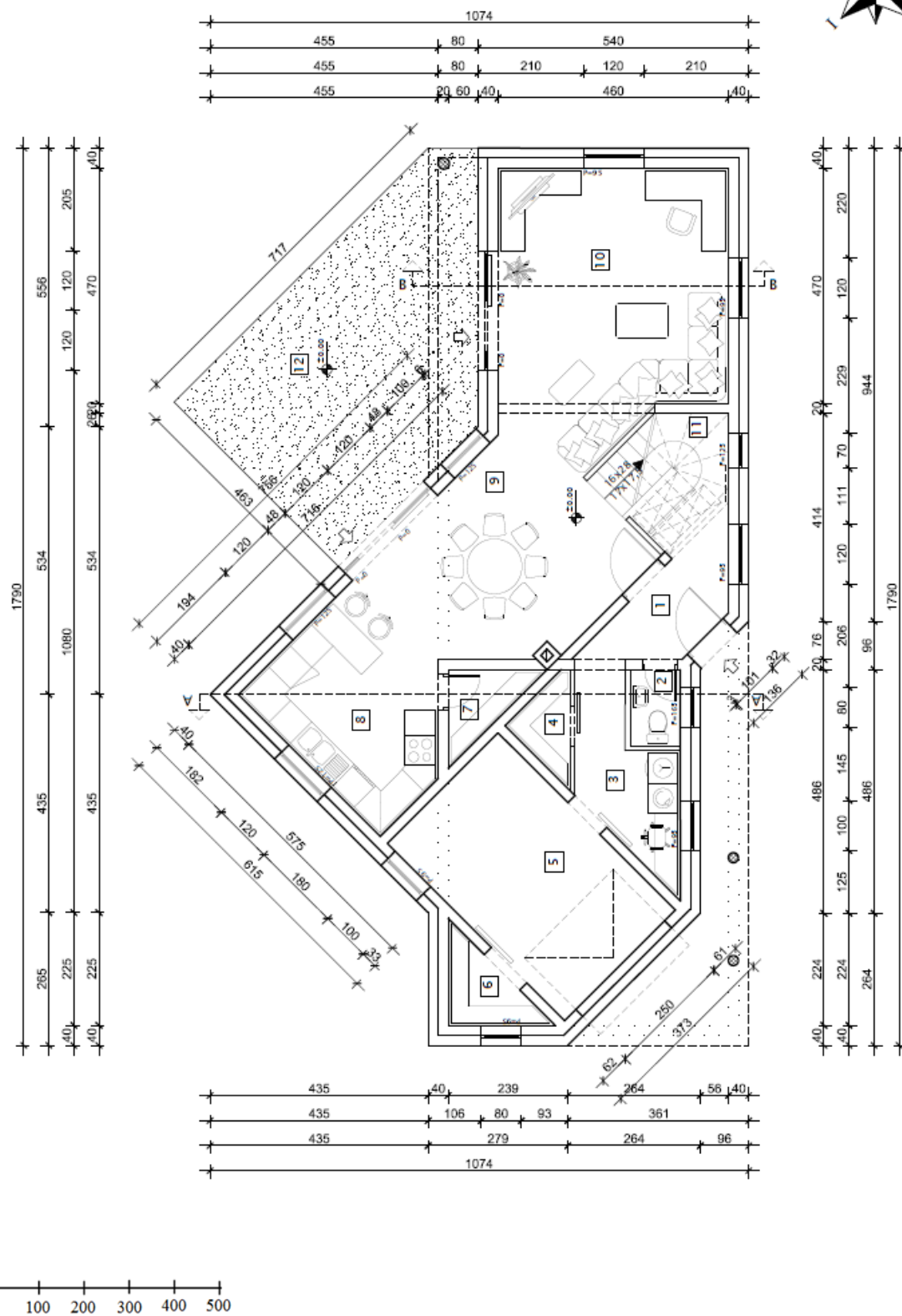
Svaki arhitektonski idejni projekt potrebno je razmotriti s konstruktivne strane, u odnosu na predviđene instalacijske sustave (opskrba vodom, odvodnja oborinske i sanitarne vode, električna energija, sustav grijanja i hlađenja te provjetravanja i dr.) Pri daljnjoj razradi često dolazi do potrebnih izmjena unutar predviđenog arhitektonskog projekta, ali one nikada ne smiju biti na štetu arhitektonskog rješenja u smislu smanjenja funkcionalne ili estetske kvalitete, već izrađene kompromisno.

Tablica 3. Popis grafičkih priloga arhitektonskog idejnog projekta

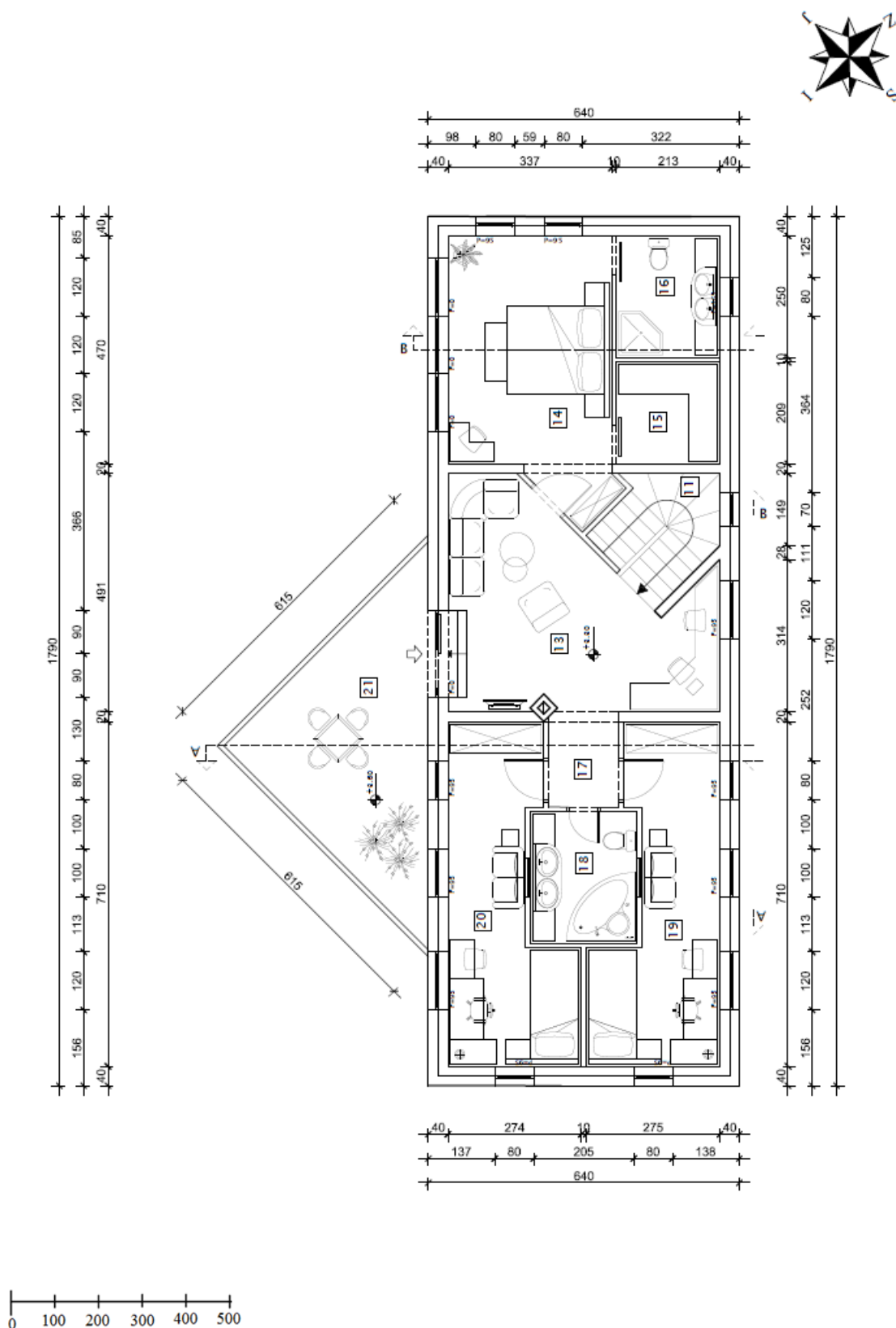
Popis grafičkih priloga arhitektonskog idejnog rješenja projekta prikazan je tablicom 3.

Popis priloga:	Str.
Tlocrt prizemlja	21
Tlocrt kata	22
Tlocrt krovnih ploha	23
Presjek A-A i B-B	24
Sjeveroistočno i jugozapadno pročelje	25
Sjeverozapadno i jugoistočno pročelje	26
Sjeverno i zapadno pročelje	27
Istočno i južno pročelje	28

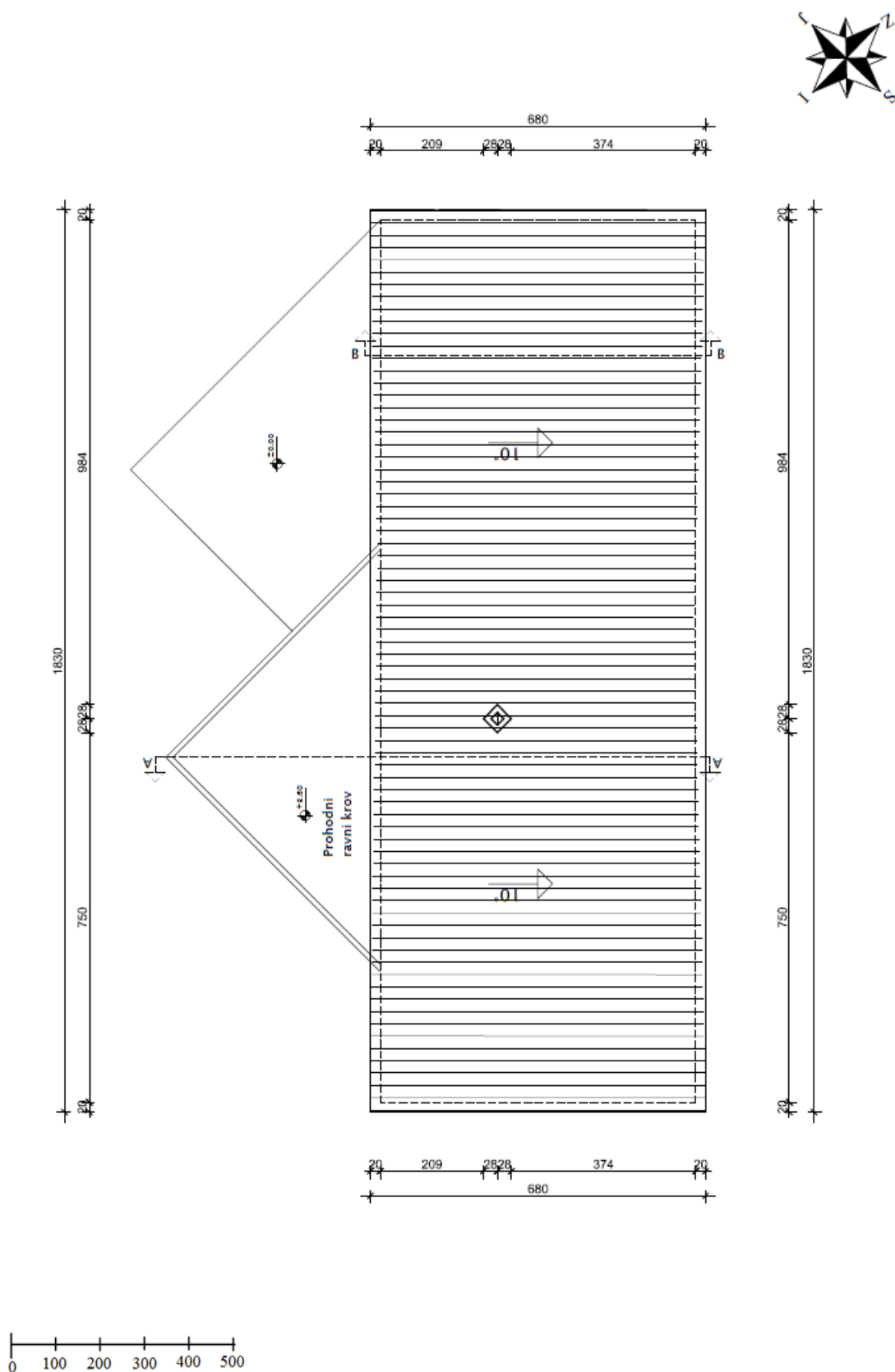
Izvor: Izrada autora



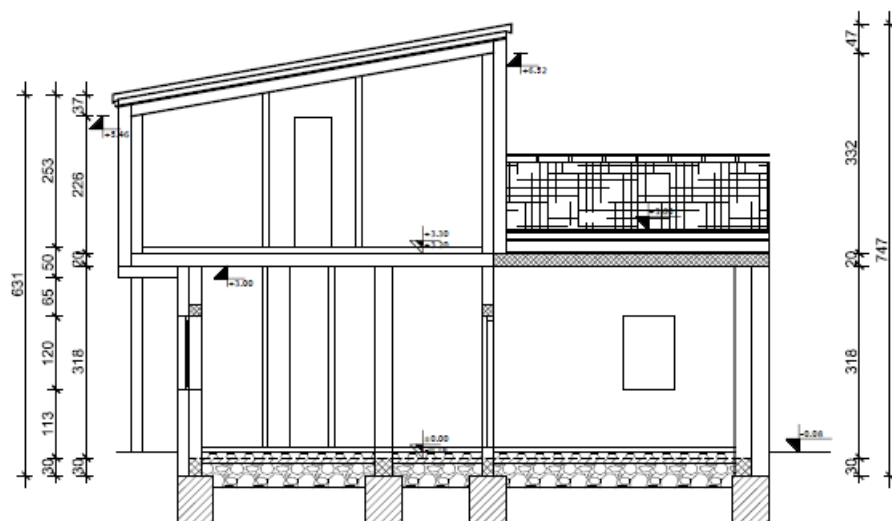
Tlocrt kata



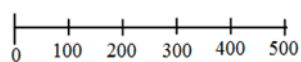
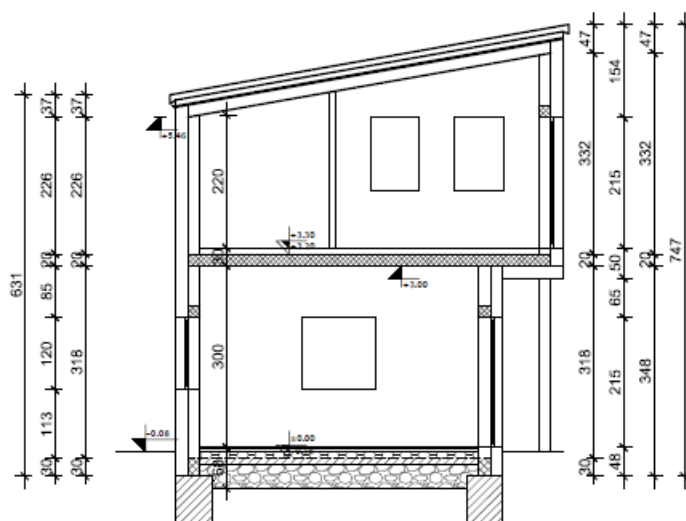
Tlocrt krovnih ploha



Presjek A-A



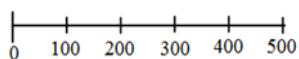
Presjek B-B



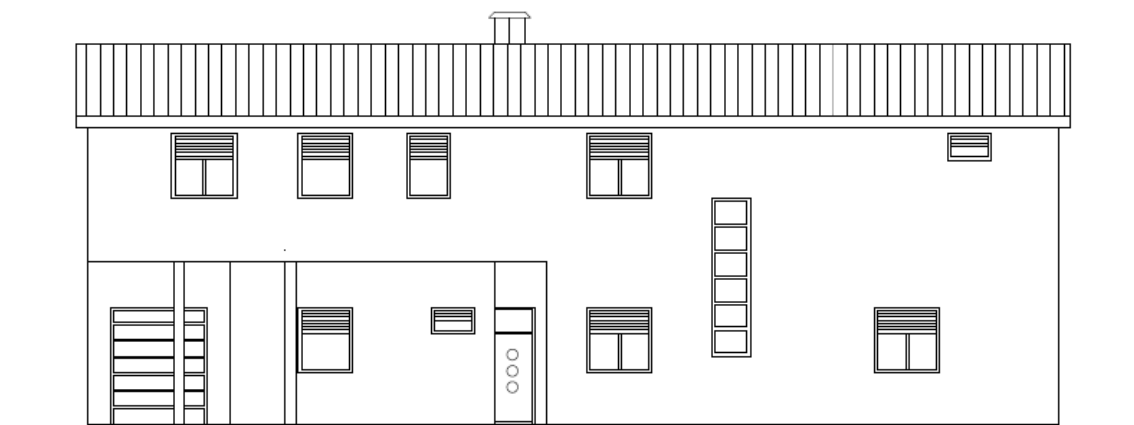
Sjeveroistočno pročelje



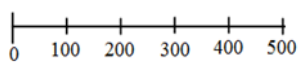
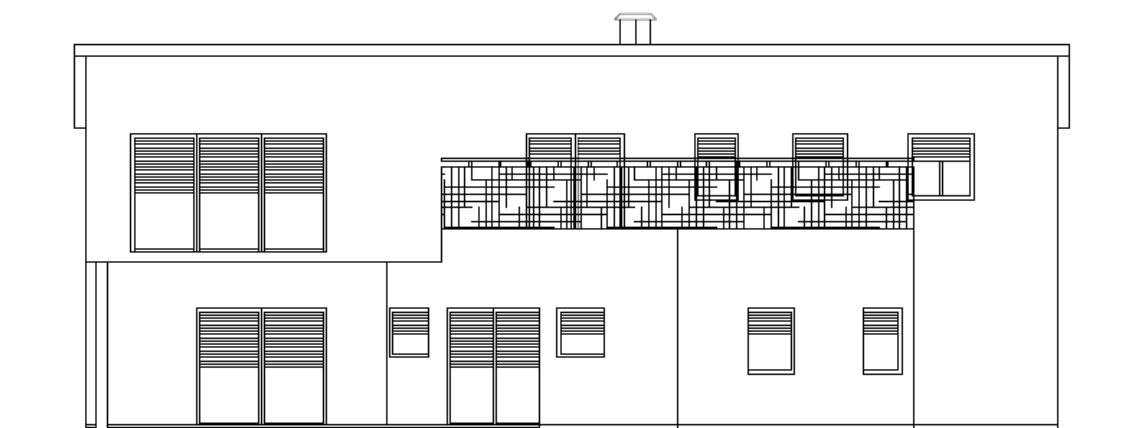
Jugozapadno pročelje



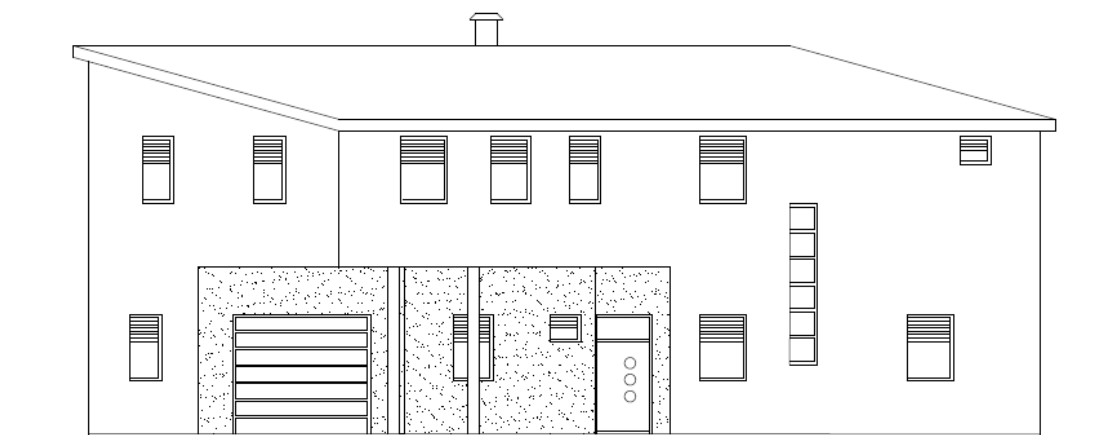
Sjeverozapadno pročelje



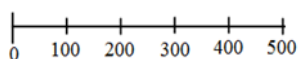
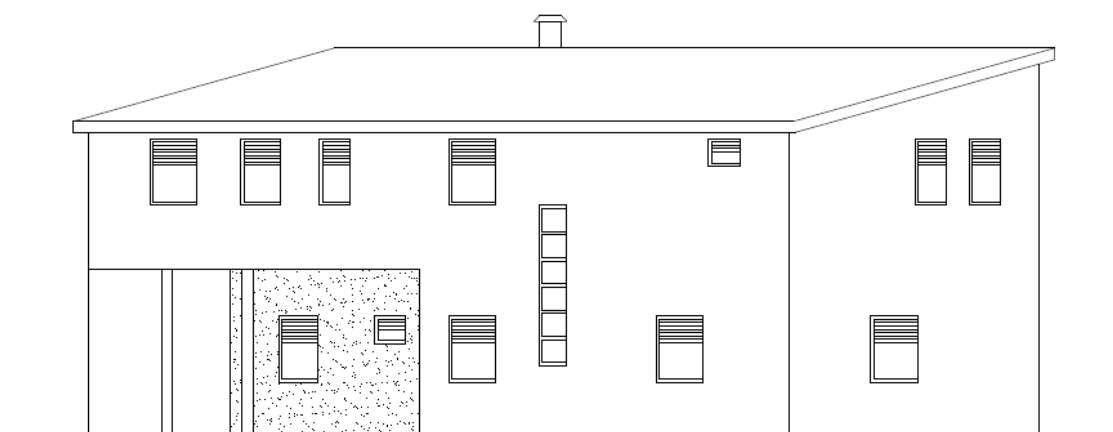
Jugoistočno pročelje



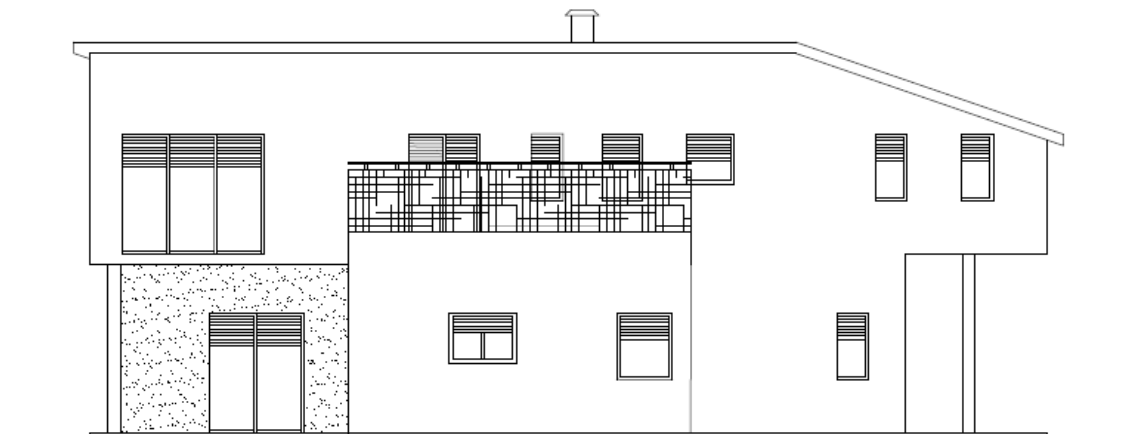
Sjeverno pročelje



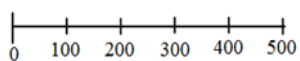
Zapadno pročelje



Istočno pročelje



Južno pročelje



4.3. Tehnički opis

Kuća je projektirana kao samostojeća dvokatnica s prizemljem i katom. Korisnici građevine su braćni par s dvoje djece. Građevina je projektirana s razvedenim tlocrtnim oblikom vanjskih dimenzija prizemlja 17,90 x 10,74 m i kata 17,90 x 6,40 m. Građevina ima ulaz u razini prizemlja, sa sjeverne strane. Kat kuće pravilnog je pravokutnog tlocrtnog oblika. Projektirani su vanjski nosivi zidovi od opeke debljine 20 cm i vanjska toplinska izolacija debljine 20 cm. Pregradni zidovi su od šuplje opeke, debljine 10 cm obostrano žbukani. Sve međukatne konstrukcije predviđene su od polumontažnog ferto stropa s odgovarajućim propisanim slojevima. Stubište i konzolne ploče izrađene su od armiranog betona. Visina prostorija u prizemlju je 300 cm. Visina prostorija kata ovisi o poziciji – niža je na sjevernoj, a viša na južnoj strani zgrade. Cijela zgrada smještena je pod jednom krovnom površinom, jednostrukim kosim krovom s padom prema sjeverozapadnoj strani. Dio prizemlja ima ravni prohodni krov na koji se dolazi iz hola na katu zgrade, a orijentiran je na jugoistočnu stranu te tako predstavlja idealnu orijentaciju za boravak ljudi na otvorenim dijelovima zgrade.

Gornja etaža „pametno“ natkriva ulazni prostor u zgradu formirajući svojim volumenom nadstrešnicu iznad ulaza u garažu i glavnog ulaza u kuću. Isto tako je formiran preput gornje etaže i s jugoistočne strane te on predstavlja zaštitu od sunca u ljetnim mjesecima budući da je kut upada Sunčevih zraka u to vrijeme okomitiji. Istovremeno, ne sprečava ulazak sunca u zimskom razdoblju budući da su tada zrake položnije te mogu doprijeti znatno dublje u unutarnji prostor.

Raspored prozora i vrata na projektiranoj zgradi je predviđen tako da je omogućeno kvalitetno prirodno provjetravanje horizontalno i vertikalno, uzdužno i poprečno, po etažama i među etažama. Iz pravilnih i dobro raspoređenih otvora na zgradi proizlazi i izuzetno kvalitetno osvjjetljenje dnevnim svjetlom u svim prostorijama zgrade.

Vanjski prolaz, garaža, terasa u prizemlju i na katu obrađeni su protukliznim pločicama. Hodnik u prizemlju, wc, gospodarstvo, spremišta, kuhinja i izba te kupaoznice na katu obrađeni su keramičkim pločicama. Svi ostali prostori (blagovaonica, dnevni boravak, hodnik na katu, dječje sobe, roditeljska spavaonica, degažman i garderoba) obrađeni su tamnim lakiranim parketom. Odabir podnih obloga u skladu je s namjenom prostorija, a vodi se briga i o načinu održavanja te potrebnom ugođaju u pojedinoj prostoriji.

Unutarnje površine zidova žbukane su grubom i finom žbukom te bojane disperzivnim bojama, osim u wc-u, kupaonicama i kuhinji gdje su zidovi obloženi keramičkim pločicama. Stropovi su također žbukani grubom i finom žbukom te bojani disperzivnim bojama i ukrašeni štukaturom. Prozori su izvedeni od drvene građe s trostrukim IZO staklom 4+12+4 cm uz premaze zaštitnim e-low premazom. Svi prozori na građevini sadrže i zaštitne rolete smještene u kutiji. Ulazna vrata su drvena, ukrašena detaljima trostrukog IZO stakla.

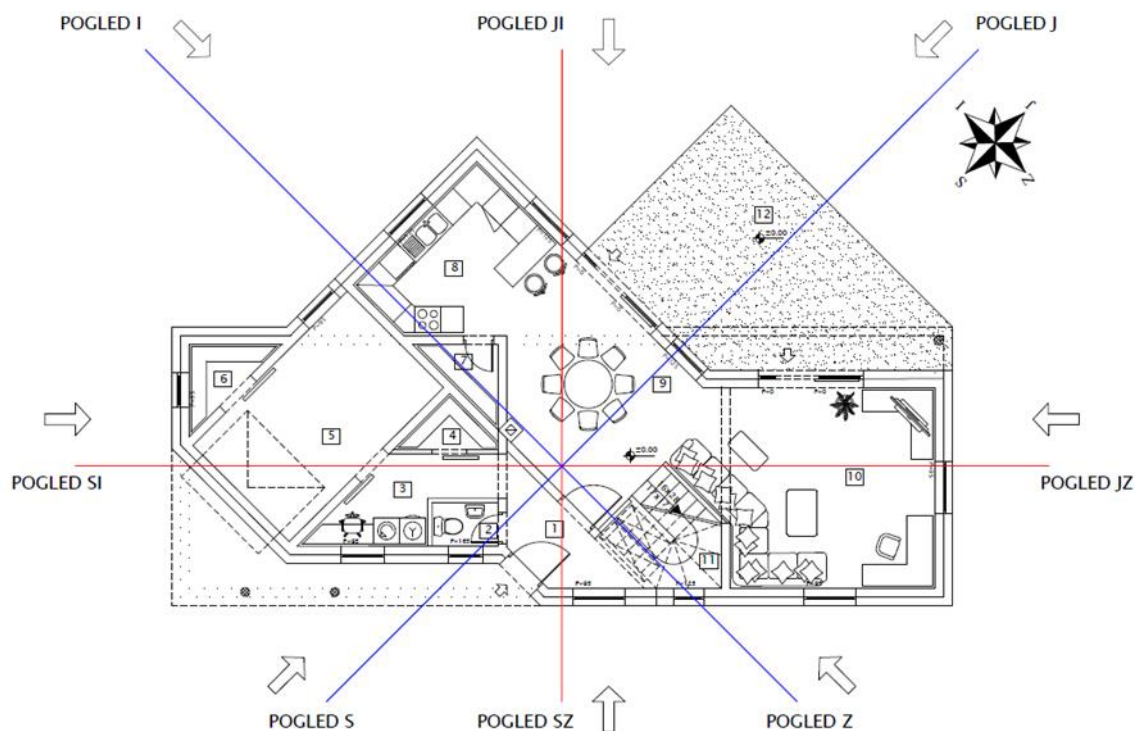
Provjetravanje prostorija omogućeno je prirodnim putem preko vanjskih prozora koji se otvaraju na zaokret i otklop, te kliznih vrata. Položaj prostorija i vanjska stolarija omogućuju besprijekorno poprečno provjetravanje svih prostorija. Naravno da u skladu s potrebama treba predvidjeti i umjetno provjetravanje, prema načelima projektiranja niskoenergetskih zgrada.

Projektiranim razvedenim tlocrtnim rješenjem postignut je dobar preduvjet za iskorištavanje energetske potencijala okolišne prirode, prvenstveno sunca i vjetra. Terasa nije natkrivena, a za dodatnu zaštitu od sunca mogu se predvidjeti tende ili pergole te ozelenjivanje listopadnim biljem.

Svaka uobičajeno projektirana kuća najčešće ima četiri glavna pročelja: sjever, jug, istok i zapad, no u ovome slučaju projektirana kuća ima osam pročelja, četiri „glavna“ i četiri „sporedna“. Razlog sporednim pročeljima je geometrijski razvedeni oblik zgrade koji nastaje ako se smjer gledanja zarotira za 45°. Tako crvena boja na slikama 10. i 11. predstavlja glavna pročelja, odnosno sjeverozapadno, jugozapadno, jugoistočno i sjeveroistočno pročelje, dok plava boja označava sporedna pročelja odnosno sjeverno, istočno, južno i zapadno pročelje.

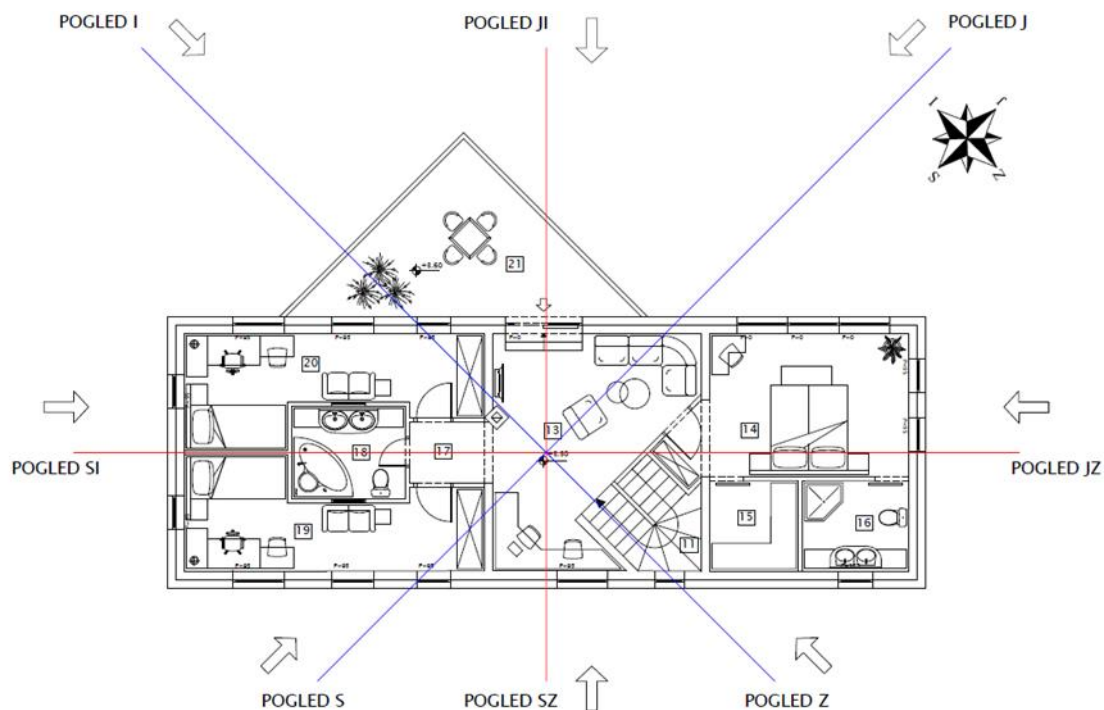
Uvidom u idejno rješenje svih osam pročelja očigledno je da kuća nema svoju važniju i manje važnu stranu. Osim pozicije glavnog ulaza i garažnog pristupa, sve su ostale prostorije tretirane kao jednako važne i projektiraju se s aspekta da nema manje važne prostorije i manje važnog elementa, već da je potrebno uskladiti sve zahtjeve i potrebe na najbolji mogući način.

Jedini uvjet, ali i početna pozicija za ovakvo arhitektonsko rješenje dovoljna je širina parcele kako bi se zadovoljili svi prostorni uvjeti u smislu udaljenosti od susjednih zgrada, od ograde, od ulice i dr.



Slika 10. Pogled na tlocrt prizemlja

Izvor: Izrada autora



Slika 11. Pogled na tlocrt kata

Izvor: Izrada autora

5. ANALIZA PREDLOŽENOG IDEJNOG RJEŠENJA

Idejnim projektom pasivne kuće, odnosno prilikom izrade projekta, poštovana su temeljna načela za projektiranje pasivne kuće koja su detaljnije opisana u poglavlju 2.

Naglasak je na orijentaciji kuće prema stranama svijeta te toplinskom zoniranju unutarnjih prostora stambene zgrade, pri čemu najveću ulogu ima sunce kao obnovljivi izvor energije [10].

5.1. Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na orijentaciju

Analiziranjem tlocrta nastoji se vidjeti da je možda moguće kuću smjestiti i na drugu orijentiranu poziciju na parceli u odnosu na stranu svijeta. Međutim, u tom slučaju možda unutrašnje uređenje i funkcionalnost neće biti zadovoljeni. Kvaliteta kuće u stvarnosti ovisi prije svega o količini svjetla i topline koju prima određena pojedina prostorija te njezina funkcionalnost i povezanost. Kuća koja ima izuzetno kvalitetno unutarnje rješenje prostora može biti izuzetno loša ako nije pravilno orijentirana [10].

Svaka prostorija stambene zgrade s obzirom na njezinu namjenu ima preporuke vezane za orijentaciju prema stranama svijeta. To su preporuke koje osiguravaju kvalitetan boravak korisnika u tim prostorijama, a proizlaze prije svega iz odnosa prema suncu i kuta upada sunčevih zraka te o vremenskom razdoblju kretanja sunca u kojem sunce obasjava otvore u toj prostoriji. Tako je preporuka da dječje sobe i roditeljska soba budu orijentirane prema istoku, prema jugu i jugozapadu. Dnevna soba i blagovaonica orijentirane prema smjeru juga, jugozapada jer tako imaju osigurano cjelodnevno osvjetljavanje i osunčanje što bitno utječe na raspoloženje i osjećaj ugodnosti. Za kuhinju je najpovoljnija sjeveroistočna, sjeverna orijentacija. Sporedne prostorije kao što su sanitarni prostori, kupaonica, garderobe, stepenice, gospodarska soba i hodnici uobičajeno su orijentirani prema sjevernoj strani [10].

Tablicom 4. analizira se projektirana orijentacija zadanih prostorija prema preporukama za orijentaciju prostorija prema stranama svijeta te se nastoji potvrditi postignuta kvaliteta idejnog rješenja u odnosu na pozicioniranje prostorija u tlocrtu zgrade i orijentaciji prema stranama svijeta.

Tablica 4. Analiza projektiranih orijentacija prostorija

	PROSTORIJA	ORIJENTACIJA	+/-
1.	ulazni prostor	sjever	+
2.	wc	sjeverozapad	+
3.	gospodarstvo	sjeverozapad	+
4.	spremište	unutarnji prostor (nema orijentaciju)	+
5.	garaža	sjever	+
6.	spremište	sjeveroistok	+
7.	spremište	unutarnji prostor (nema orijentaciju)	+
8.	kuhinja	istok/jugoistok	+
9.	blagovaonica	jug	+
10.	dnevni boravak	jugoistok/jugozapad/sjeverozapad	+
11.	stubište	sjeverozapad	+
12.	terasa	jug/istok	+
13.	hodnik + dnevni boravak	sjeverozapad/jugoistok	+
14.	roditeljska spavaonica	jugoistok/jugozapad	+
15.	garderoba	sjeverozapad	+
16.	kupaonica	sjeverozapad	+
17.	degažman	unutarnji prostor (nema orijentaciju)	+
18.	kupaonica	unutarnji prostor (nema orijentaciju)	-
19.	dječja soba 1	sjeverozapad/sjeveroistok	-/+
20.	dječja soba 2	sjeveroistok/jugoistok	+
21.	terasa	jugoistok	+

Izvor: Izrada autora

Iz prethode tablice razvidno je da orijentirane stambene prostorije zadovoljavaju svoju preporučenu orijentaciju. Vrlo bitno je primijetiti da pojedine prostorije imaju višestranu orijentaciju što je dobro zato što tijekom cijeloga dana u prostor prodiru sunčeve zrake i prirodna svjetlost. Jedino dječja soba 1 na katu ne zadovoljava u potpunosti preporučenu orijentaciju. Za dječje sobe najpovoljnija je južna, jugoistočna orijentacija. Djeci najviše treba sunce i njegova svjetlost za lagodno i mirno buđenje i opskrbu energijom za cijeli dan. Nezadovoljavajuća dječja soba 1 mogla bi zadovoljiti potrebe djeteta starije životne dobi poput učenika ili studenta jer njegov boravak u sobi nije konstantan nego povremen, odnosno gotovo cijeli dan ne boravi u svojoj sobi, već vodi aktivan život izvan kuće te mu dnevno sunce nije od presudne važnosti kao mlađem djetetu koje i dnevni san, kao i dio dnevne igre, provodi u svojoj sobi.

Roditeljska soba sa svojim prostorom kupaonice i garderobe zauzima velik dio prve etaže, a orijentirana je jugoistočno i jugozapadno, što joj daje izuzetno bogatstvo svjetla, topline i pogleda. Dnevna soba i blagovaonica u prizemlju orijentirane su prema terasi i dvorišnoj strani te su potpuno zatvorene „za javnost“ čime stvaraju ugođaj intime. Njihova orijentacija na južnu i jugoistočnu stranu osigurava kvalitetan unutarnji prostor ljeti i zimi, dovoljno svjetla i ugodan boravak u unutrašnjem prostoru dnevnog boravka.

Iz predloženih tlocrta uočljivo je kako je velika pažnja posvećena južnoj i jugoistočnoj strani, odnosno intimnoj dvorišnoj strani na kojoj su postavljeni otvori u većim količinama i većih dimenzija. Razlog tome je što nam sunce daje toplinu, ugodniju atmosferu i zdraviji i kvalitetniji boravak.

Prema sjevernoj strani orijentirani su ulazni prostor, garaža, gospodarske prostorije, stubište i sanitarni prostor WC-a za goste. To su prostorije koje po svojoj namjeni predviđaju kraći boravak čovjeka te insolacija nije od presudnog značaja. Istovremeno orijentacija na sjevernu stranu diktira i manje otvore što je opet u skladu s namjenom prostorija.

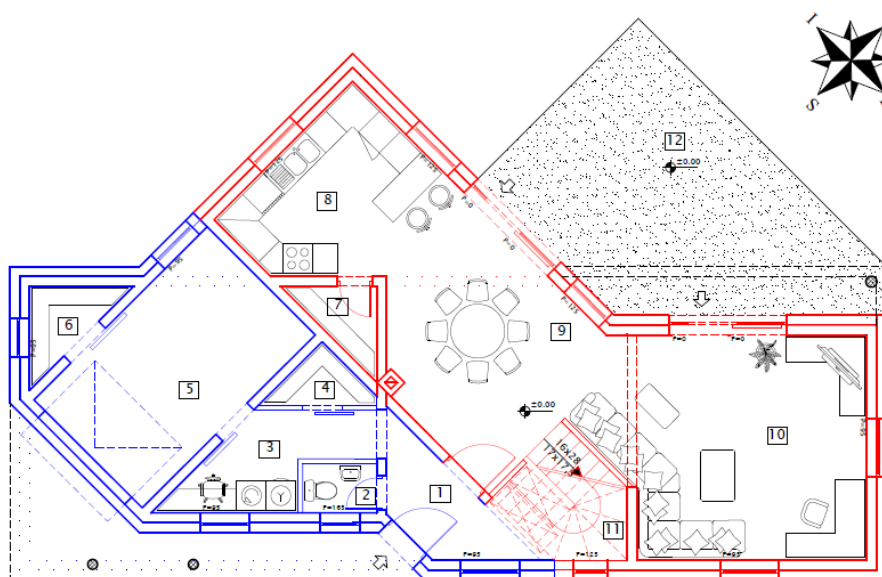
Neke prostorije kategorizirane su kao „nema orijentaciju“ – pod tim terminom podrazumijeva se da su to zatvoreni prostori okruženi drugim prostorijama, međutim osvjetljenje je osigurano posrednim putem, unutarnjim prozorima.

5.2. Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na ugodnost boravka u zgradi

Temperaturna ugodnost u unutarnjim prostorima u prvom redu ovisi o čovjeku, odnosno njegovoj „druvoj koži“ koja predstavlja odjeću koju čovjek nosi. Sama toplinska ugodnost ovisi i o čovjekovoj fizičkoj aktivnosti. Što je čovjek aktivniji, to je potrebna niža temperatura u prostoru u kojem boravi. Prilikom različitih ispitivanja dokazano je da je toplinska ugodnost u pasivnim kućama zimi puno veća nego kod uobičajenih, klasičnih kuća [6].

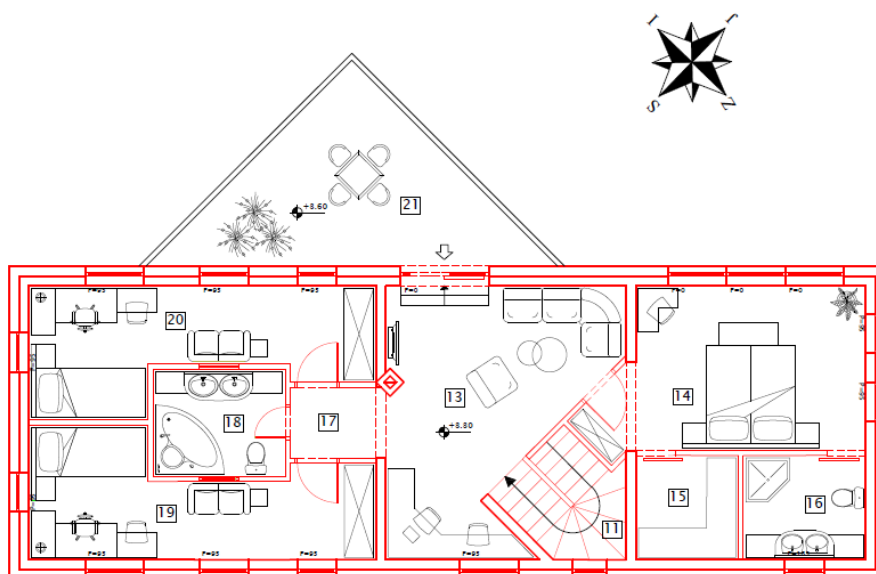
Na slici 12. i 13. prikazani su tlocrti prizemlja i kata te podjela na hladne i tople zone. Već na prvi pogled vidi se dobra organizacija unutarnjeg prostora po zonama što proizlazi iz dobre orijentacije pojedinih prostorija prema stranama svijeta (usklađenih s prirodnim kretanjem Sunca). Crvenom bojom označena je ovojnica toplije zone dok je plavom bojom označena ovojnica hladnije zone. Granica između dviju zona nosivi je zid debljine 20cm. Iz prikazanih tlocrtnih rješenja vidljivo je da je prizemlje podijeljeno na toplu i hladnu zonu dok cijela površina kata pripada toplijoj zoni. U toplijoj zoni nalaze se prostorije u kojima se boravi veći dio dana dok se u hladnijoj zoni nalaze prostorije u kojima se boravi povremeno i kratko, bez dugih zadržavanja. Podjelom kuće na dvije toplinske zone dobilo se na uštedi energije jer je svaka zona grijana na različitoj temperaturi iz čega proizlazi da se kuća ne mora jednako grijati u svim prostorijama. Hladnija zona grijana je na temperaturi od 12° do 15°C, dok je toplija zona grijana na temperaturi od 18° do 23°C. Na taj način štedi se energija, odnosno bolje rečeno, troši se racionalno i ekonomično, a ugodnost boravka time nije poremećena, već je čak u skladu s funkcijama koje čovjek u tim prostorijama obavlja.

Svrha i bit održive gradnje nije u štednji koja bi dovela do smanjene komocije i ugodnosti boravka u kući, već u smanjenju troškova uz povećanje ugodnosti boravka. Na prvi pogled kontradiktorno, ali moguće. Upravo stvaranjem preduvjeta za zdravi unutarnji prostor, što je moguće jedino uz ispravno postavljeno arhitektonsko idejno rješenje, ostvaruje se i mogućnost racionalnog i ekonomičnog trošenja energije. Preduvjeti leže u ispravno postavljenom arhitektonskom rješenju koje se oslanja na temeljna načela projektiranja niskoenergetskih kuća, a sve zapravo proizlazi iz poštivanja prirode i njenih zakonitosti.



Slika 12. Podjela prostorija na toplu i hladnu zonu u prizemlju

Izvor: Izrada autora



Slika 13. Podjela prostorija na toplu i hladnu zonu na katu

Izvor: Izrada autora

Osim izvora sunčeve svjetlosti i orijentacije, na toplinsku ugodnost boravka u zgradi utječe i temperatura zraka u prostoru, vlažnost zraka, strujanje zraka, odnosno provjetravanje te racionalna upotreba energetske učinkovitosti. U zimskom razdoblju, kako bi se smanjila potreba za grijanjem, potrebno je maksimalno koristiti Sunčeva zračenja i prirodnu rasvjetu, zasaditi vegetaciju kod sjevernih pročelja kao zaklon od vjetrova i zapuha. U ljetnom razdoblju, kako bi se smanjile potrebe za hlađenjem, potrebno je koristiti rolete na prozorima, sadnjom listopadnog drveća spriječiti prodor ulaska sunčevih zraka, a prozračivanje kuće potrebno je obavljati tijekom noći kad je vani niža temperatura.

Na dvorišnoj, intimnoj strani, odnosno južnoj, jugoistočnoj strani u prizemlju kuće pomoću „uvlake“ prema unutra (odnosno istaka gornje etaže prema van) postignuto je da se u ljetnom razdoblju dobiva dovoljan prodor sunca i sunčevih zraka, ali da ta uvlaka ipak štiti od direktnog prodora iz razloga jer se u tom dijelu kuće boravi tijekom cijelog dana. Spuštanjem roleta ljeti štiti se kuću od pregrijavanja dok zimi spuštanjem roleta čuva prodiranu akumuliranu toplinu. U večernjim satima dobro je otvoriti prozore i podići rolete radi dobrog i kvalitetnog provjetravanja svježim zrakom.

Dodatnoj ugodnosti boravka u projektiranoj zgradi doprinosi koncept odvajanja društveno-gospodarske zone u prizemlju od intimne zone gornje etaže. Na taj način postignuta je ugodnost boravka za sve ukućane, mogućnost korištenja kuće u različite svrhe istovremeno, maksimalna tolerancija i za različite aktivnosti svih članova obitelji, odnosno svih stanara.

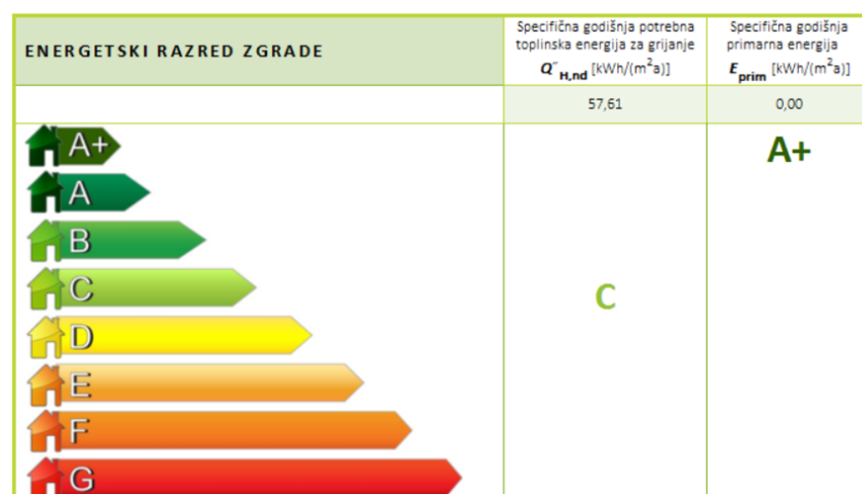
Istovremeno toplinsko i funkcionalno zoniranje omogućava da nema širenja mirisa iz gospodarske zone u intimnu zonu niti širenja buke. Istovremeno se može odvijati društveni život u prizemlju, primanje gostiju, druženje, slušanje glazbe i sl. i spavanje djeteta na 1. katu. To je svakodnevna komocija koja se često ne može ostvariti u stambenim jedinicama višestambenih grada, ali pri tom treba biti svjestan da upravo takva komocija i ugodnost boravka proizlazi iz većeg ukupnog neto prostora projektiranog stambenog prostora. A to za sobom povlači i veća financijska ulaganja.

Zbog povećanih ulaganja koja iziskuje izgradnja samostalne obiteljske kuće potrebno je s velikom pažnjom projektirati prostor i zgradu koja će imati dobar povrat investiranih financijskih sredstava.

5.3. Analiza predloženog idejnog rješenja u odnosu na energetske potrošnju i utjecaj na okoliš

Pomoću računalnog programa KI Expert Plus na kolegiju Upravljački softver analizirano je idejno rješenje projektirane kuće koja je predmet ovog završnog rada. Projektirana kuća postigla je energetski razred C energetskog certifikata stambene zgrade, što je vidljivo iz slike 14., što bi značilo da projektirana kuća ne zadovoljava kriterije pasivne kuće. Djelomično krivnju za takav rezultat snosi oblik kuće razvedenog tlocrtnog oblika, međutim veću ulogu imaju ostali elementi koji nisu prilikom izrade certifikata utvrđeni kao najpovoljniji. Potrebno je razraditi debljine zaštitnih toplinskih slojeva, obraditi i definirati rješenje detalja zgrade, izbjeći toplinske mostove i dr. Također iz prikazanog certifikata vidljivo je da je specifična godišnja primarna energija ušla u A+ energetski razred, što je daleko od stvarne vrijednosti: prilikom analiziranja nisu postavljeni termotehnički sustavi (energija za grijanje i hlađenje, ventilaciju, potrošnju tople vode i dr.) pa tako nije moguće izračunati godišnju primarnu energiju (budući da je u računalni program ubačen podatak 0,00, automatski je izbacio najbolju varijantu A+, što je daleko od stvarnih vrijednosti).

Iz pokušaja izrade energetskog certifikata predmetnog idejnog rješenja u odnosu na energetske potrošnju i utjecaj na okoliš vidljivo je da je to znatno zahtjevniji i kompleksniji posao koji uključuje mnogo više podataka i stručnjaka raznih profila struke i ne može se izraditi isključivo na temelju arhitektonskog idejnog rješenja



Slika 14. Energetski razred projektirane zgrade

Izvor: Izrada autora

6. ZAKLJUČAK

Čovjek cijeli život živi u simbiozi s prirodom, nekontrolirano ju troši i iscrpljuje bez razmišljanja. Raspoloživost prirodnih resursa sve je manja pa se tako velika pažnja posvećuje korištenju obnovljivih izvora energije i prirodnih materijala u dostupnim količinama. U tom kontekstu veliku ulogu ima i održiva gradnja. Čovjek počinje razmišljati održivo i to nastoji primijeniti i u građevinarstvu. Koncept održive gradnje zamišljen je kao gradnja koja koristi prirodne resurse, ne troši ih i ne uništava, nego ih nastoji ostaviti u nasljedstvu budućim generacijama, a samim time osigurava zdraviji i ugodniji prostor za život. Tako nastaju i niskoenergetske kuće različitih karakteristika. Najviše pažnje posvećeno je pasivnoj kući koja ne treba aktivan sustav grijanja, već se oslanja na prirodu i iskorištavanje prirodnih resursa i mogućnosti, odnosno orijentaciji prema stranama svijeta i dostupnim obnovljivim izvorima energije. Kvaliteta konačnog proizvoda – kuće ovisi prvenstveno o dobro postavljenim početnim parametrima, a oni su postavljeni kroz dobro arhitektonsko idejno rješenje.

Orijentacija je jedan od najvažnijih čimbenika prilikom projektiranja stambenih prostora. Svaka pojedina prostorija ima preporučenu svoju orijentaciju, prostorije za dnevni život projektiraju se na južnu, jugoistočnu stranu, dok se prostorije u kojima se boravi kratko ili pak povremeno projektiraju na sjevernu stranu. Sunce i sunčeve zrake znatno doprinose ugodnosti u prostoru, prirodnoj toplini i svjetlosti.

Dobrim tlocrtnim rješenjem kuća se treba uklopiti u svoj okoliš. Razvedeni tlocrtni oblik daje maksimalnu mogućnost prodora sunčevih zraka, ali i nešto povećane transmisijske gubitke. Predviđeni ekološki prihvatljivi građevinski materijali, velike staklene površine i zelena okućnica zbližavaju čovjeka sa suvremenom gradnjom. Izbor ekoloških materijala pridonosi čovjeku i njegovom zdravlju i utjecaju na okoliš. Ekološki materijali podrazumijevaju korištenje prirodnih materijala iz obnovljivih izvora, po mogućnosti na lokacijama u blizini mjesta gradnje (kako bi se smanjili troškovi dopreme, ali i štetan utjecaj na okoliš prilikom transporta). Od važnosti je i način proizvodnje pri čemu treba voditi brigu o što manjoj emisiji štetnih otpadnih tvari u zrak, vodu i zemlju. Mogućnost recikliranja materijala i suvremenih građevinskih proizvoda je imperativ za korištenje građevinskih materijala i proizvoda u suvremenoj održivoj gradnji.

7. LITERATURA

- [1] Lakušić, S. (2014). Izazovi u graditeljstvu 2, Zagreb, Hrvatski savez građevinskih inženjera
- [2] Ovčar, J. (2010). "Održiva gradnja - ponovno otkrivanje gradnje i/ili novi pogled na svijet i nova životna filozofija", Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, (ur. doc. dr. sc. Nevenka Breslauer, prof.v.š.), godina 1, br. 2, Čakovec, Međimursko veleučilište u Čakovcu, str. 63-70.
- [3] Šišak M., Rodik D. (2013). Zeleni alati: Gradimo slamom, Vukomerić, Rosa Luxemburg Stiftung
- [4] prof. dr. sc. Radić J. dipl. ing. građ. (2016). Uvod u graditeljstvo, Zagreb, Školska knjiga
- [5] http://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/enu_u_zgradarstvu/energetski_ucinkovitost_gradnja/ (pristupljeno 17. 5. 2019.)
- [6] Zbašnik Senegačnik, M. (2009). Pasivna kuća. Zagreb, SUN ARH d.o.o.
- [7] Priručnik za energetske savjetnike, <https://www.enu.hr/wp-content/uploads/2016/03/Priru%C4%8Dnik-za-energetske-savjetnike.pdf> (pristupljeno 16. 6. 2019.)
- [8] Neufert (2002). Elementi arhitektonskog projektiranja, Zagreb, Golden marketing
- [9] Biondić LJ. (2011). Uvod u projektiranje stambenih zgrada, Zagreb, Golden marketing – Tehnička knjiga, Arhitektonski fakultet sveučilišta u Zagrebu
- [10] Ovčar J. (2018). "Važnost orijentacije i toplinskog zoniranja u projektima pasivnih kuća", Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, (ur. doc. dr. sc. Nevenka Breslauer, prof.v.š.), godina 9, br.2, Čakovec, Međimursko veleučilište u Čakovcu, str. 57-67.

POPIS SLIKA

Slika 1. Uravnoteženost triju dimenzija održivosti	6
Slika 2. Toplinska bilanca zgrade	8
Slika 3. Orijentacija prostorija s obzirom na strane svijeta.....	9
Slika 4. Razmak između građevina s upadnim kutom sunca	10
Slika 5. Faktor oblika geometrijskih tijela zgrade	11
Slika 6. Shema rada ventilacije	13
Slika 7. Položaj Zemlje prema Suncu prema godišnjem dobu	15
Slika 8. Položaj i visina Sunca	16
Slika 9. Globalno zračenje na jugu	17
Slika 10. Pogled na tlocrt prizemlja	31
Slika 11. Pogled na tlocrt kata.....	31
Slika 12. Podjela prostorija na toplu i hladnu zonu u prizemlju	36
Slika 13. Podjela prostorija na toplu i hladnu zonu na katu.....	36
Slika 14. Energetski razred projektirane zgrade	38

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tlocrtne funkcionalne grupe.....	14
Tablica 2. Neto površine prostorija (m ²)	19
Tablica 3. Popis grafičkih priloga arhitektonskog idejnog projekta.....	20
Tablica 4. Analiza projektiranih orijentacija prostorija.....	33

